

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10061757 A**

(43) Date of publication of application: **06.03.98**

(51) Int. Cl.

**F16H 61/08**

**// F16H 59:42**

**F16H 59:46**

**F16H 59:72**

**F16H 63:12**

(21) Application number: **08213732**

(22) Date of filing: **13.08.96**

(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

(72) Inventor:  
**SAKAI HIROMASA**  
**NISHIO MOTOHARU**  
**MURASUGI TAKU**

**(54) SHIFT CONTROL DEVICE FOR AUTOMATIC TRANSMISSION**

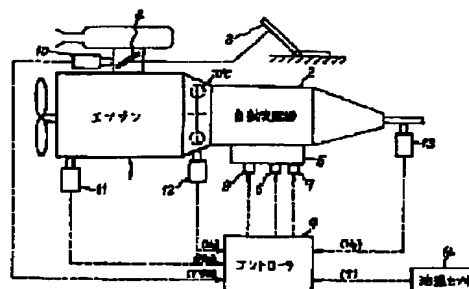
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent racing of an engine by lowering release side operating fluid pressure to the specified pressure at the instant of lapse of optional time after a shift command during transmission so as to start torque phase, and building up the specified pressure when the slip of a release side friction element is generated before the start of torque phase.

**SOLUTION:** The selected gear stage of an automatic transmission 2 is determined by the on-off combination of shift solenoids 6-8 under the control of a controller 9. The controller 9 inputs output signals of an engine rotation sensor 11, input and output shaft rotation sensors 12, 13, an oil temperature sensor 14, and the like and executes a control program to perform transmission control. In this case, at the instant of lapse of optional time after a shift command, release side operating fluid pressure is lowered to the specified pressure determined aiming at the state of a release side friction element being immediately before a slip, and torque phase is thereby started. When the slip of the release side friction element is generated before

the start of torque phase, it is so controlled as to build up the specified pressure.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-61757

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 61/08			F 1 6 H 61/08	
// F 1 6 H 59: 42				
59: 46				
59: 72				
63: 12				

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213732

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月13日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 酒井 弘正

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 西尾 元治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 村杉 卓

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

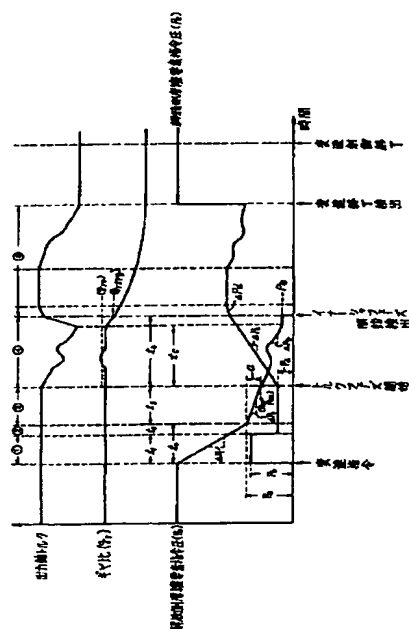
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外7名)

(54) 【発明の名称】 自動変速機の変速制御装置

(57) 【要約】

【課題】 摩擦要素の掛け代えにより行う変速時、解放側作動液圧の低下を空吹けが生じないように、且つインターロックによる引き込みがないよう制御する。

【解決手段】 締結側作動圧 $P_c$ は、指令から $t_1$ 時間ブリチャージ圧 $P_b$ とし、 $t_2 + t_1$ 時間リターンズプリング相当圧 $P_r$ にし、 $t_3$ 時間中 $\Delta P_c$ づつ上昇させる。解放側作動圧 $P_r$ は、変速指令から $t_1 + t_2$ 時間中 $\Delta P_r$ づつ急減させ、 $t_3$ 時間中緩減圧により解放要素をスリップ直前状態にする設定圧 $P_{s0}$ 。(トルク対応圧)  $+ P_{sx}$  (スリップ防止用余裕圧) にして、トルクフェーズを開始させる。以後解放側作動液圧 $P_r$ は $t_4$ 時間より短い $t_5$ 時間中に、ギヤ比 $g_r$ を目標値 $g_{r0}$ に維持しつつ、リターンズプリング相当圧 $P_r$ となるような勾配 $\Delta P_r$ で低下させ、以後0にすることで、イナーシャフェーズを開始させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、

トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、前記所定圧を上昇させるよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 2】 作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、

トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次回の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づきトルクフェーズの開始制御を実行するよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 3】 作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、

トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、前記所定圧を上昇させ、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次回の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づきトルクフェーズの開始制御を実行するよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記所定圧の上昇の量を、低下量よりも大きくしたことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 5】 請求項 1、3、4 のいずれか 1 項において、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、トルクフェーズを強制的に開始させて、前記上昇された所定圧を次回の前記変速に当たって用いるよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれか 1 項において、

前記解放側摩擦要素のスリップの発生を、変速機入出力回転比で表されるギヤ比が設定ギヤ比以上になったことから判断するよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれか 1 項において、解放側作動液圧の前記所定圧を、変速機入力トルクに対応する解放側作動液圧値にスリップ回避用の余裕圧を加算して決定したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

10 【請求項 8】 請求項 7 において、前記変速機入力トルクを、変速機およびエンジンの間におけるトルクコンバータの速度比と、エンジン回転数とから演算により求めるよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 において、前記スリップ回避用の余裕圧を操作して前記所定圧の上昇および低下を行うよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

20 【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項において、変速品質が望み通りのものになるよう設定した好適トルクフェーズ時間の経過前に確実に解放側摩擦要素のトルク伝達容量が 0 となるよう前記解放側作動液圧の指令を発する構成にしたことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 11】 請求項 10 において、前記解放側作動液圧の指令を低温時ほど早くするよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

30 【請求項 12】 請求項 10 または 11 において、トルクフェーズ中にエンジンの空吹けが発生したとき、前記解放側作動液圧の低下変化割合を減少させるよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

【請求項 13】 請求項 12 において、前記解放側作動液圧の低下変化割合を減少するに際し、前回の変化割合と、今回のトルクフェーズ時間に対する前記好適トルクフェーズ時間の比との乗算値をもって新たな解放側作動液圧の低下変化割合とするよう構成したことを特徴とする自動変速機の変速制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】 本発明は自動変速機の変速制御装置、特に、トルクフェーズ中における変速進行を好適に行わせるための変速制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動変速機は、複数のクラッチや、ブレーキ等の変速用摩擦要素を、選択的に液圧作動（締結）させることにより歯車伝動系の動力伝達経路（変速段）を決定し、作動する摩擦要素を切り換えることにより他の変速段への変速を行うよう構成する。なお以下では、当該変速に際し締結状態から解放状態に切り換えるべき摩擦要素を解放側摩擦要素、その作動液圧を解放側作動

液圧と称し、また、解放状態から締結状態に切り換えるべき摩擦要素を締結側摩擦要素、その作動液圧を締結側作動液圧と称する。

【0003】自動変速機は、かかる構成であるが故に、作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、いわゆる摩擦要素の掛け替えにより行う変速が存在することとなる。

【0004】当該変速に際し摩擦要素の掛け替えを行う場合、解放側摩擦要素の作動液圧、つまり解放側作動液圧の低下と、締結側摩擦要素の作動液圧、つまり締結側作動液圧の上昇とが、好適な相関関係をもって進行しなければ、トルクフェーズ中において大きなトルクの引き込みを発生したり、自動変速機の前段におけるエンジンの空吹けが発生したり、変速の間延びを生ずるなど、自動変速機の変速品質が悪くなる。

【0005】そこで従来は、例えば特開平4-175576号公報に記載されているように、解放側作動液圧を一旦、解放側摩擦要素の必要締結容量未満にして該要素をスリップさせることによりエンジンの僅かな空吹けを生じさせ、空吹け量が目標値となるよう解放側作動液圧をフィードバック制御する技術が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、かように解放側作動液圧をエンジンの空吹け量が目標値となるようフィードバック制御するのでは、エンジンを空吹けさせながらの制御であるため、変速品質の十分な改善を期待し難いという問題がある。

【0007】変速品質の十分な改善のためには、エンジンの空吹けが絶対に生じない態様で変速制御に対策することが寛容である。

【0008】また上記従来の制御方式では、短いトルクフェーズ時間中におけるフィードバック制御のため、空吹けの検出応答、アクチュエータの動作応答を含めて、システムの高い応答性が不可欠であるし、また、これに要求されるような高応答が実現困難、若しくは非常にコスト高になることを考え合わせると、実用化がかなり難しいという問題もある。

【0009】本発明は、エンジンの空吹けを一切生じさせることなく変速品質の十分な改善を実現可能で、更に、さほどの高応答を要求することなしにトルクフェーズ中における変速進行を好適に行わせ得るようにした変速制御装置を提案し、もって、従来装置における上記の問題を解消することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的のため、第1発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項1に記載のごとく、作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変

速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、前記所定圧を上昇させるよう構成したことを特徴とするものである。

【0011】また、第2発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項2に記載のごとく、作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づきトルクフェーズの開始制御を実行するよう構成したことを特徴とするものである。

【0012】更に、第3発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項3に記載のごとく、作動液圧の低下により或る摩擦要素を解放させつつ、作動液圧の上昇により他の摩擦要素を締結させる、摩擦要素の掛け替えにより行う変速を有し、この変速中、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、前記解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた所定圧に低下させることで、トルクフェーズを開始させるようにした自動変速機において、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、前記所定圧を上昇させ、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づきトルクフェーズの開始制御を実行するよう構成したことを特徴とするものである。

【0013】第4発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項4に記載のごとく、上記第3発明において、前記所定圧の上昇の量を、低下量よりも大きくしたことを特徴とするものである。

【0014】第5発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項5に記載のごとく、上記第1発明、第3発明、第4発明のいずれかにおいて、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、トルクフェーズを強制的に開始させて、前記上昇された所定圧を次の前記変速に当たって用いるよう構成したことを特徴とするものである。

【0015】第6発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項6に記載のごとく、上記第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、前記解放側摩擦要素のスリップの発生を、変速機入出力回転比で表されるギヤ比が設定

ギヤ比以上になったことから判断するよう構成したことを特徴とするものである。

【0016】第7発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項7に記載のごとく、上記第1発明乃至第6発明のいずれかにおいて、解放側作動液圧の前記所定圧を、変速機入力トルクに対応する解放側作動液圧値にスリップ回避用の余裕圧を加算して決定したことを特徴とするものである。

【0017】第8発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項8に記載のごとく、上記第7発明において、前記変速機入力トルクを、変速機およびエンジンの間におけるトルクコンバータの速度比と、エンジン回転数とから演算により求めるよう構成したことを特徴とするものである。

【0018】第9発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項9に記載のごとく、上記第7発明または第8発明において、前記スリップ回避用の余裕圧を操作して前記所定圧の上昇および低下を行うよう構成したことを特徴とするものである。

【0019】第10発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項10に記載のごとく、上記第1発明乃至第9発明のいずれかにおいて、変速品質が望み通りのものになるよう設定した好適トルクフェーズ時間の経過前に確実に解放側摩擦要素のトルク伝達容量が0となるよう前記解放側作動液圧の指令を発する構成にしたことを特徴とするものである。

【0020】第11発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項11に記載のごとく、上記第10発明において、前記解放側作動液圧の指令を低温時ほど早くするよう構成したことを特徴とするものである。

【0021】第12発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項12に記載のごとく、上記第10発明または第11発明において、トルクフェーズ中にエンジンの空吹けが発生したとき、前記解放側作動液圧の低下変化割合を減少させるよう構成したことを特徴とするものである。

【0022】第13発明による自動変速機の変速制御装置は、請求項13に記載のごとく、上記第12発明において、前記解放側作動液圧の低下変化割合を減少するに際し、前回の低下変化割合と、今回のトルクフェーズ時間に對する前記好適トルクフェーズ時間の比との乗算値をもって新たな解放側作動液圧の低下変化割合とするよう構成したことを特徴とするものである。

【0023】

【発明の効果】第1発明においては、或る摩擦要素を作動液圧の低下により解放させつつ、他の摩擦要素を作動液圧の上昇により締結させて行う自動変速機の変速に際し、変速指令後の任意時間経過瞬時に解放側作動液圧を、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になることを狙って定めた所定圧に低下させ、これによりトルクフ

ーズを開始させる。

【0024】ところで、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき上記の所定圧を上昇させることから、当該スリップ、つまり、エンジンの空吹けが生じないような態様でトルクフェーズ開始制御を行わせ得ることとなり、前記した従来技術のように、エンジンの空吹け量が目標値となるよう解放側作動液圧をフィードバック制御する場合に問題となる、常時空吹けが発生して変速品質の十分な改善を期待し難いという問題を回避しつつ、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところで確実にトルクフェーズを開始させることができる。

【0025】また第1発明のトルクフェーズ開始制御によれば、短いトルクフェーズ時間中におけるフィードバック制御が必ずしも必要でなく、学習制御などの事後制御で足りて、システムの高い応答性を必要としないために、コスト的に大いに有利であると共に、実用化もし易いという利点を備える。

【0026】第2発明においては、第1発明と同じく、摩擦要素の掛け替えにより行う変速に際し、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づき前記のトルクフェーズ開始制御を実行する。

【0027】この場合、上記のスリップが生じない限りにおいて上記の所定圧を限界まで低下させることができ、当該所定圧を、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた値に符合させることができ、前記のトルクフェーズ開始制御を一層狙い通りのものにすることができる。

【0028】第3発明においては、第1発明および第2発明と同じく、摩擦要素の掛け替えにより行う変速に際し、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、前記所定圧を上昇させ、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素がスリップしなかった場合、前記所定圧を低下させ、次の前記変速に当たっては該低下された所定圧に基づきトルクフェーズの開始制御を実行する。

【0029】この場合、上記の所定圧を第1発明および第2発明にも増して一層確実に、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた値に符合させることができ、前記のトルクフェーズ開始制御を更に一層狙い通りのものにすることができる。

【0030】第4発明においては、上記第3発明における所定圧の上昇の量を、低下量よりも大きくしたことから、第1発明、第2発明、第3発明の前記作用効果を更に確実なものにすることができる。

【0031】第5発明においては、上記第1発明、第3発明、第4発明のいずれかにおいて、トルクフェーズ開始前に解放側摩擦要素のスリップが発生したとき、トル

クフェーズを強制的に開始させて、前記上昇された所定圧を次の前記変速に際し用いる。

【0032】この場合、解放側摩擦要素がスリップしているにもかかわらず、トルクフェーズが開始されない弊害、つまり、解放側摩擦要素のスリップによる耐久性の低下を回避することができると共に、次の前記変速に際して当該解放側摩擦要素の耐久性に関する弊害が再度、同様に起きてしまうという愚を避けることができる。

【0033】第6発明においては、上記第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、前記解放側摩擦要素のスリップの発生を、変速機入力回転比で表されるギヤ比が設定ギヤ比以上になったことから判断する。

【0034】この場合、変速機入力回転数を検出するセンサが自動変速機に既に備わっていることが多いことから、解放側摩擦要素のスリップの発生を安価に検出することができ、コスト上大いに有利である。

【0035】第7発明においては、上記第1発明乃至第6発明のいずれかにおいて、解放側作動液圧の前記所定圧を、変速機入力トルクに対応する解放側作動液圧値にスリップ回避用の余裕圧を加算して決定することから、解放側作動液圧の前記所定圧を確実に、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところを狙って定めた値に符合させることができる。

【0036】第8発明においては、上記第7発明における変速機入力トルクを、変速機およびエンジンの間におけるトルクコンバータの速度比と、エンジン回転数とから演算により求めるために、変速機入力トルクを安価に検出することができ、第7発明をコスト上大いに有利なものにすることができる。

【0037】第9発明においては、上記第7発明または第8発明において、前記スリップ回避用の余裕圧を操作して前記所定圧の上昇および低下を行うことから、解放側作動液圧の前記所定圧が、変速機入力トルクに対応する解放側作動液圧値よりも低下されるようなことはなくなり、当該所定圧の下限値を設定し得て、システムの信頼度を高めることができる。

【0038】第10発明においては、上記第1発明乃至第9発明のいずれかにおいて、変速品質が望み通りのものになるよう設定した好適トルクフェーズ時間の経過前に確実に解放側摩擦要素のトルク伝達容量が0となるよう前記解放側作動液圧の指令を発する構成にしたことから、解放側摩擦要素と締結側摩擦要素が、共に締結されているインターロック時間が長くなって、トルクの引き込みにより変速品質が低下するという問題を確実に防止することができる。

【0039】第11発明においては、上記第10発明において、前記解放側作動液圧の指令を低温時ほど早くすることから、温度変化にかかわらず、第10発明の上記作用効果を達成することができる。

【0040】第12発明においては、トルクフェーズ中にエンジンの空吹けが発生したとき、解放側作動液圧の低下変化割合を減少させることから、上記第10発明または第11発明のように、好適トルクフェーズ時間の経過前に確実に解放側摩擦要素のトルク伝達容量が0となるよう解放側作動液圧の指令を発するに当たり、同時に解放側摩擦要素の解放が速過ぎてエンジンが空吹けるのを回避することができ、変速品質の更なる向上を実現することができる。

【0041】第13発明においては、上記第12発明のように解放側作動液圧の低下変化割合を減少するに際し、前回の变化割合と、今回のトルクフェーズ時間に対する前記好適トルクフェーズ時間の比との乗算値をもって新たな解放側作動液圧の低下変化割合とする。

【0042】この場合、解放側作動液圧の低下変化割合を一層実情にマッチして減少させることができ、当該減少の過不足なしに、解放側作動液圧の低下変化割合を変更させることができる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基つき詳細に説明する。図1は本発明一実施の形態になる自動変速機の変速制御装置を示し、1はエンジン、2は自動変速機である。エンジン1は、運転者が操作するアクセルペダル3に連動してその踏み込みにつれ全開から全開に向け開度増大するスロットルバルブ4により出力を加減され、トルクコンバータT/Cを経て出力回転を自動変速機2に輸入するものとする。また自動変速機2はコントロールバルブ5、詳しくはシフトソレノイド6、7、8のON、OFFの組合せにより選択変速段を決定され、変速段に応じたギヤ比でエンジン動力を変速して出力するものとする。ここで、シフトソレノイド6、7、8は短い周期、つまり高速でON、OFFし、ON時間割合を連続的に変化させることができるデュリティソレノイドとする。

【0044】シフトソレノイド6、7、8のON、OFFはコントローラ9により制御し、このコントローラには、スロットルバルブ4の開度TVOを検出するスロットル開度センサ10からの信号と、エンジン回転数N<sub>e</sub>を検出するエンジン回転センサ11からの信号と、トルクコンバータT/Cから自動変速機2への入力軸回転数N<sub>i</sub>を検出する入力軸回転センサ12からの信号と、自動変速機2の出力軸回転数N<sub>o</sub>を検出する出力軸回転センサ13からの信号と、自動変速機2の作動油温Tを検出する油温センサ14からの信号をそれぞれ入力する。

【0045】コントローラ9は、上記した入力情報を基に図2乃至図8の制御プログラムを実行し、自動変速機2を以下のように変速制御するものとする。図2はメインルーチンで、先ずステップ21において、スロットル開度TVOおよび出力軸回転数N<sub>o</sub>を読み込み、更に出力軸回転数N<sub>o</sub>から車速VSPを演算する。

【0046】次のステップ22においては、以下のようにして変速判断を行う。即ち、車速VSPおよびスロットル開度TVOを基に、図示せざる予定の変速パターンから、現在の運転状態に好適な変速段を求め、このようにして求めた好適変速段と、現在の選択変速段とが一致していれば、当然変速を行わないこととして制御をそのまま終了する。しかして、現在の選択変速段が好適変速段と異なれば、制御をステップ23に進めて変速指令を発生し、ここでシフトソレノイド6, 7, 8のON, OFF切り換えにより好適変速段への変速を実行する。

【0047】ところで、本実施の形態においては当該変速のうち、摩擦要素の掛け替えにより行う変速、つまり或る摩擦要素を作動液圧の低下により解放しつつ、他の摩擦要素を作動液圧の上昇により締結させることで行う変速を、一定周期 $\Delta t = 0.01$ 秒毎の定時割り込みにより実行される図3乃至図8の制御プログラムに沿って、図9に示すタイムチャートのごとき解放側摩擦要素作動液圧P。および締結側摩擦要素作動液圧P。の経時変化により実行するものとする。

【0048】図3は、図9の変速指令瞬時から $t_1$ 、時間中に行われる第1ステージ①に係る制御で、ステップ31において、当該第1ステージ①の開始を示すフラグ $f_1$ を1にセットすることで、ステップ34が制御をステップ35〜37に進めるようにする。ところで、これらステップ35〜37を含むループは、ステップ37でフラグ $f_1$ が0にリセットされることから、1回のみ実行されるものである。

【0049】ステップ34の前に実行されるステップ32, 33のうち、ステップ32においては、エンジン回転数（トルクコンバータT/Cの入力回転数）N。および変速機入力軸回転数（トルクコンバータT/Cの出力回転数）N<sub>i</sub>と、トルクコンバータT/Cの特性線図とから、トルクコンバータT/Cのタービントルク（変速機入力トルク）T<sub>i</sub>を、以下により算出する。

【0050】つまり図4に示すように、先ずステップ46において、エンジン回転数（トルクコンバータ入力回転数）N。および変速機入力軸回転数（トルクコンバータ出力回転数）N<sub>i</sub>を読み込み、次いでステップ47において、トルクコンバータT/Cの速度比 $e$ を $e = N_i / N$ により計算する。そしてステップ48で、当該ステップ中に示すトルクコンバータT/Cの特性線図を基に速度比 $e$ から、トルク比 $t$ およびトルク容量係数 $\tau$ を検索し、これらトルク比 $t$ およびトルク容量係数 $\tau$ と、トルクコンバータ入力回転数N。とから、次式によりトルクコンバータT/Cの出力トルクトルクであるタービントルク（変速機入力トルク）T<sub>i</sub>を算出する。

$$T_i = t \cdot \tau \cdot N_i^2 \cdots (1)$$

【0051】図3のステップ33においては、上記タービントルク（変速機入力トルク）T<sub>i</sub>に対応した解放側摩擦要素の締結必要最低液圧P<sub>00</sub>を算出する。この算出

に当たっては、図4のステップ49, 50におけるように、先ず変速機入力トルクT<sub>i</sub>に、解放側摩擦要素のトルク分担率 $i$ を掛けて、当該解放側摩擦要素の分担トルク（必要伝達トルク）T<sub>i</sub>を求め、次いで、解放側摩擦要素のクラッチ板枚数N、クラッチ板摩擦係数 $\mu$ 、クラッチ板有効半径R、ピストン受圧面積A、リターンスプリング相当圧P<sub>0</sub>を用いて、解放側摩擦要素の締結必要最低液圧P<sub>00</sub>を次式により算出する。

$$P_{00} = P_0 + (T_i / 2N \cdot \mu \cdot R \cdot A) \cdots (2)$$

【0052】図3の、前記したように1回だけ実行されるステップ35, 36のうち、ステップ35においては、解放側摩擦要素の締結必要最低液圧P<sub>00</sub>にスリップ回避用の余裕圧P<sub>0x</sub>を加算して、前記タービントルク（変速機入力トルク）T<sub>i</sub>のもとで解放側摩擦要素を締結ぎりぎりの状態にするのに必要な所定圧（P<sub>00</sub> + P<sub>0x</sub>）を求め、これと、アンダーシュート防止用の緩減圧代分の液圧 $\alpha$ （図9参照）との和値P<sub>0</sub> = (P<sub>00</sub> + P<sub>0x</sub>) +  $\alpha$ を求める。

【0053】ステップ35においては更に、タイマー $t$ を0にリセットして第1ステージ①の開始からの経過時間を計測可能にし、また、第1ステージ①の制御時間（ブリチャージ時間） $t_1$ 、および図9に例示した余裕時間相当の第2ステージ②に係る制御時間 $t_2$ を読み込むと共に、締結側摩擦要素のロスストロークを速やかに完達させるためのブリチャージ指令圧P<sub>0</sub>を読み込む。

【0054】ここで、第1ステージ①の制御時間 $t_1$ は、ブリチャージ指令圧P<sub>0</sub>のもとで締結側摩擦要素のロスストロークが完了するに要する時間とし、例えば変速機作動油温Tごとに予め定めておく。また第2ステージ②に係る制御時間 $t_2$ は、解放側摩擦要素の作動液圧P<sub>0</sub>を低下させるに当たって、第1ステージ制御時間 $t_1$ のような短時間で当該低下を完了させようとする、解放側作動液圧P<sub>0</sub>の低下が急速に過ぎ、制御の終了時にアンダーシュートを生ずることから、第1ステージ制御時間 $t_1$ に付加する余裕時間として予め定めておく。

【0055】また、解放側摩擦要素の締結必要最低液圧P<sub>00</sub>に加算する前記したスリップ回避用の余裕圧P<sub>0x</sub>は、電子的な液圧制御指令に対する圧力変化特性のバラツキが締結必要最低液圧P<sub>00</sub>に依存することから、当該締結必要最低液圧P<sub>00</sub>に応じて変化させ、この最低液圧P<sub>00</sub>のマップ値として与えておくのが良い。

【0056】次のステップ36においては、変速指令から、ステージ①および②の制御時間 $t_1$  +  $t_2$  =  $t$ が経過した時に丁度、解放側作動液圧P<sub>0</sub>を前記のP<sub>0</sub>圧にするための解放側作動液圧P<sub>0</sub>の低下ランプ勾配 $\Delta P_1$ を算出する。次にステップ37で、前述したように前記のフラグ $f_1$ をリセットして、2回目以後はステップ34が制御を、ステップ35〜37ではなく、ステップ38に進めるようにする。

【0057】かように2回目以後、継続的に選択されるステップ38では、タイマー $t$ をインクリメントにより当該制御プログラムの演算サイクル $\Delta t$ ずつ進め、第1ステージ①の開始からの経過時間を計測する。

【0058】次のステップ39においては、新規な解放側作動液圧演算値 $P_c'$ を現在の解放側作動液圧指令値 $P_c$ から、ステップ36における $\Delta P_1$ 、ずつ減算して $P_c' = P_c - \Delta P_1$ により求める。

【0059】次いでステップ40において、この解放側作動液圧演算値 $P_c'$ が解放側摩擦要素を締結ぎりぎりの状態にするのに必要な前記所定圧( $P_{00} + P_{ex}$ )を越えているのか、未満であるのかを判定し、越えていれば解放側摩擦要素がスリップすることはないとして、ステップ41で解放側作動液圧指令値 $P_c$ を上記の演算値 $P_c'$ に更新するが、未満である場合は解放側摩擦要素がスリップする可能性があることから、ステップ42で解放側作動液圧指令値 $P_c$ を演算値 $P_c'$ に更新する代わりに、( $P_{00} + P_{ex}$ )にセットして、解放側作動液圧指令値 $P_c$ が( $P_{00} + P_{ex}$ )未満になることのないようにする。

【0060】かようにして解放側作動液圧指令値 $P_c$ を決定した後のステップ43では、締結側作動液圧指令値 $P_e$ をステップ35におけるブリチャージ指令圧 $P_b$ にする。

【0061】上記した解放側作動液圧および締結側作動液圧の制御は、ステップ44でタイマー $t$ が第1ステージ制御時間 $t_1$ の経過を示すに至ったと判別するまで継続する。

【0062】よって図9に示すように、変速指令から第1ステージ制御時間 $t_1$ 中、解放側作動液圧指令値 $P_c$ は $\Delta P_1$ のランプ勾配で低下され、締結側作動液圧指令値 $P_e$ はブリチャージ指令圧 $P_b$ に保たれて、締結側摩擦要素のロスストロークを理論上、第1ステージ制御時間 $t_1$ の終了瞬時に完達させ得る。

【0063】ステップ44で、タイマー $t$ が第1ステージ制御時間 $t_1$ の経過を示すに至ったと判別したとき、制御はステップ45に進み、第2ステージ②を開始する。この第2ステージ②の制御は、図5に示すときもので、ステップ51において、当該第2ステージ②の開始を示すフラグ $f_2$ を1にセットすることで、ステップ54が制御をステップ55、56に進めるようにする。ところで、これらステップ55、56を含むループは、ステップ56でフラグ $f_2$ が0にリセットされることから、1回のみ実行されるものである。

【0064】ステップ54の前に実行されるステップ52、53のうち、ステップ52においては、図3のステップ32におけると同様に、エンジン回転数(トルクコンバータT/Cの入力回転数)N。および変速機入力軸回転数(トルクコンバータT/Cの出力回転数)N

と、トルクコンバータT/Cの特性線図とから、トル

クコンバータT/Cのタービントルク(変速機入力トルク)  $T_t$ を、前記(1)式により算出し、ステップ53においては、上記タービントルク(変速機入力トルク)  $T_t$ に対応した解放側摩擦要素の締結必要最低液圧 $P_{00}$ を、図3のステップ33におけると同様にして、前記(2)式により算出する。

【0065】図5の、前記したように1回だけ実行されるステップ55、56のうち、ステップ55においては、タイマー $t$ を0にリセットして第2ステージ②の開始からの経過時間を計測可能にし、また、図9に例示するような第2ステージ②に係る制御時間 $t_2$ 、および締結側摩擦要素のロスストローク終了時におけるリターンスプリング相当圧 $P_r$ を読み込み、更に、図3のステップ36において算出した解放側作動液圧 $P_c$ の低下ランプ勾配 $\Delta P_1$ を読み込む。

【0066】ここで、上記した第2ステージ②の制御時間 $t_2$ は、図3のステップ35において前記したごとく、アンダーシュート防止用に第1ステージ制御時間 $t_1$ に付加すべき余裕時間であり、リターンスプリング相当圧 $P_r$ は、締結側摩擦要素をロスストローク終了状態にするのに必要な締結側作動液圧 $P_e$ の値である。

【0067】次のステップ56においては、前記したようにフラグ $f_2$ をリセットし、以後の2回目からはステップ54が制御をステップ57に進めるようにし、ここで、タイマー $t$ をインクリメントにより当該制御プログラムの演算サイクル $\Delta t$ ずつ進め、第2ステージ②の開始からの経過時間を計測する。

【0068】次のステップ58においては、新規な解放側作動液圧演算値 $P_c'$ を現在の解放側作動液圧指令値 $P_c$ から、ステップ55で読み込んだ $\Delta P_1$ 、ずつ減算して $P_c' = P_c - \Delta P_1$ により求める。

【0069】次いでステップ59において、この解放側作動液圧演算値 $P_c'$ が解放側摩擦要素を締結ぎりぎりの状態にするのに必要な前記所定圧( $P_{00} + P_{ex}$ )を越えているのか、未満であるのかを判定し、越えていれば解放側摩擦要素がスリップすることはないとして、ステップ60で解放側作動液圧指令値 $P_c$ を上記の演算値 $P_c'$ に更新するが、未満である場合は解放側摩擦要素がスリップする可能性があることから、ステップ61で解放側作動液圧指令値 $P_c$ を演算値 $P_c'$ に更新する代わりに、( $P_{00} + P_{ex}$ )にセットして、解放側作動液圧指令値 $P_c$ が( $P_{00} + P_{ex}$ )未満になることのないようにする。

【0070】かようにして解放側作動液圧指令値 $P_c$ を決定した後のステップ62では、締結側作動液圧指令値 $P_e$ をステップ55におけるリターンスプリング相当圧 $P_r$ にする。かかる解放側作動液圧 $P_c$ および締結側作動液圧指令値 $P_e$ の制御は、ステップ63でタイマー $t$ が第2ステージ制御時間 $t_2$ の経過を示すに至ったと判別するまで継続する。



【0071】によって図9に示すように、第1ステージ①の終了瞬時から第2ステージ制御時間 $t_2$ 中、解放側作動液圧指令値 $P_1$ は第1ステージ①に引き続いて $\Delta P_1$ のランプ勾配で低下され、第2ステージ②の終了瞬時に丁度、前記した $P_1$ 圧となり、また締結側作動液圧指令値 $P_2$ はリターンスプリング相当圧 $P_0$ に保たれて、締結側摩擦要素をロスストローク終了状態に保持する。

【0072】ステップ63で、タイマー $t$ が第2ステージ制御時間 $t_2$ の経過を示すに至ったと判別したとき、制御はステップ64に進み、第3ステージ③を開始する。この第3ステージ③の制御は、図6に示すごときもので、ステップ71において、当該第3ステージ③の開始を示すフラグ $f$ を1にセットすることで、ステップ74が制御をステップ75、76に進めるようにする。ところで、これらステップ75、76を含むループは、ステップ76でフラグ $f$ が0にリセットされることから、1回のみ実行されるものである。

【0073】ステップ74の前に実行されるステップ72、73のうち、ステップ72においては、図3のステップ32および図5のステップ52におけると同様に、エンジン回転数（トルクコンバータ $T/C$ の入力回転数） $N$ 、および変速機入力軸回転数（トルクコンバータ $T/C$ の出力回転数） $N_1$ と、トルクコンバータ $T/C$ の特性線図とから、トルクコンバータ $T/C$ のタービントルク（変速機入力トルク） $T_1$ を、前記（1）式により算出し、ステップ73においては、上記タービントルク（変速機入力トルク） $T_1$ に対応した解放側摩擦要素の締結必要最低液圧 $P_{00}$ を、図3のステップ33および図5のステップ53におけると同様にして、前記（2）式により算出する。

【0074】図6の、前記したように1回だけ実行されるステップ75、76のうち、ステップ75においては、タイマー $t$ を0にリセットして第3ステージ③の開始からの経過時間を計測可能にすると共に、第3ステージ③の制御時間 $t_3$ を読み込み、この制御時間 $t_3$ は、第1ステージ①でのブリチャージによる締結側作動液圧 $P_2$ の実際の上昇が最も遅れた場合でも、締結側摩擦要素が確実にロスストロークを終了しているような瞬時を狙って予め定めておくものとする。

【0075】ステップ75では更に、図5のステップ55における締結側摩擦要素のリターンスプリング相当圧 $P_0$ を読み込むと共に、解放側作動液圧指令値 $P_1$ を第3ステージ制御時間 $t_3$ 中に、第3ステージ③の開始時における値 $P_1$ から前記余裕圧 $\alpha$ だけ低下させて前記の所定圧 $P_{00} + P_{\alpha x}$ にするための解放側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_1$ を算出する。

【0076】次のステップ76では、前記したようにフラグ $f$ をリセットし、これにより以後の2回目からはステップ74が制御をステップ77に進めるようにし、ここで、タイマー $t$ をインクリメントにより当該制御ブ

ログラムの演算サイクル $\Delta t$ ずつ進め、第3ステージ③の開始からの経過時間を計測する。

【0077】次のステップ78においては、新規な解放側作動液圧演算値 $P_1'$ を現在の解放側作動液圧指令値 $P_1$ から、ステップ75で算出した $\Delta P_1$ ずつ減算して $P_1' = P_1 - \Delta P_1$ により求める。

【0078】次いでステップ79において、この解放側作動液圧演算値 $P_1'$ が解放側摩擦要素を締結ぎりぎりの状態にするのに必要な前記所定圧（ $P_{00} + P_{\alpha x}$ ）を越えているのか、未満であるのかを判定し、越えていれば解放側摩擦要素がスリップすることはないとして、ステップ80で解放側作動液圧指令値 $P_1$ を上記の演算値 $P_1'$ に更新するが、未満である場合は解放側摩擦要素がスリップする可能性があることから、ステップ81で解放側作動液圧指令値 $P_1$ を演算値 $P_1'$ に更新する代わりに、（ $P_{00} + P_{\alpha x}$ ）にセットして、解放側作動液圧指令値 $P_1$ が（ $P_{00} + P_{\alpha x}$ ）未満になることのないようにする。

【0079】かようにして解放側作動液圧指令値 $P_1$ を決定した後のステップ82では、締結側作動液圧指令値 $P_2$ をステップ75におけるリターンスプリング相当圧 $P_0$ にする。かかる解放側作動液圧 $P_1$ および締結側作動液圧指令値 $P_2$ の制御は、ステップ83でタイマー $t$ が第3ステージ制御時間 $t_3$ の経過を示すに至ったと判別するまで継続する。

【0080】によって図9に示すように、第2ステージ②の終了瞬時から第3ステージ制御時間 $t_3$ 中、解放側作動液圧指令値 $P_1$ は $P_1$ 値から $\Delta P_1$ のランプ勾配で $\alpha$ だけ低下されて前記の所定圧（ $P_{00} + P_{\alpha x}$ ）となり、第3ステージ③の終了瞬時に丁度、解放側摩擦要素は締結ぎりぎりの状態に締結力を低下される。

【0081】他方で締結側作動液圧指令値 $P_2$ はリターンスプリング相当圧 $P_0$ に保たれて、締結側摩擦要素をロスストローク終了状態に保持する。これら摩擦要素の作動液圧制御により、第3ステージ③の終了瞬時にトルクフェーズを開始させ得ることとなる。

【0082】ステップ83で、タイマー $t$ が第3ステージ制御時間 $t_3$ の経過を示すに至ったと判別したとき、制御はステップ84に進み、第4ステージ④を開始する。この第4ステージ④の制御は、図7に示すごときもので、ステップ91において、当該第4ステージ④の開始を示すフラグ $f$ を1にセットすることで、ステップ92が制御をステップ93～95に進めるようにする。

【0083】ところで、これらステップ93～95を含むループは、ステップ95でフラグ $f$ が0にリセットされることから、1回のみ実行されるものである。

【0084】ステップ93～95のループを説明するに、ステップ93では、タイマー $t$ を0にリセットして第4ステージ④の開始からの経過時間（トルクフェーズ時間）を計測可能にすると共に、第4ステージ④の制御

時間  $t_c$  を読み込む。ここで当該第4ステージ④の制御時間  $t_c$  は、何らかの原因でトルクフェーズが終了し得なくなった時でも、第4ステージ④の開始から  $t_c$  時間が経過したら、トルクフェーズを強制的に終了させてイナーシャフェーズを開始させるための、所謂フェールセーフ用の時間とし、変速の種類ごとに予め設定しておくものとする。

【0085】ステップ93では更に、締結側作動液圧指令値  $P_c$  の第4ステージ④における上昇変化割合であるランプ勾配  $\Delta P_c$  を読み込み、このランプ勾配  $\Delta P_c$  は、後述のようにトルクフェーズ時間が好適な時間となるよう学習制御により適宜修正するものとする。

【0086】ステップ93では更に、トルクフェーズの終了、従ってイナーシャフェーズの開始を判断するための設定ギヤ比  $g_{rr}$  を読み込み、この設定ギヤ比  $g_{rr}$  は、図9に示すように変速前ギヤ比から変速後ギヤ比側へ僅かにずれたギヤ比に定め、変速の種類ごとに予め定めておくものとする。

【0087】ステップ93では上記に加えて、解放側摩擦要素のリターンスプリング相当圧  $P_r$  を読み込み、解放側摩擦要素は当該リターンスプリング相当圧  $P_r$  を供給されるとき、締結容量を0にされるものとする。

【0088】ステップ94では、当該トルクフェーズ中、解放側作動液圧指令値  $P_c$  を後述の如くにして算出するに際し用いる制御定数、つまり比例制御定数  $K_p$ 、積分制御定数  $K_i$ 、および微分制御定数  $K_d$  をそれぞれ読み込む。ここで比例制御定数  $K_p$  および微分制御定数  $K_d$  は予め定めた固定値とするが、積分制御定数  $K_i$  は、後述の目的のため油温  $T$  が低いほど大きくすると共に、ステップ99につき後述のように解放側摩擦要素が、第4ステージ④の制御時間  $t_c$  よりも短い  $t_c$  時間（図9参照）の経過前に確実に締結容量を0にされるよう演算により求めることとし、更には、図8につき後述するごとくトルクフェーズ時間が好適な時間となるよう\*

$$K_i = [(P_{ro} + P_{rx}) - P_r] / [t_c (g_{ro} - g_r)] \cdots (5)$$

となる。

【0093】従って、(3)式の演算によりトルクフェーズ中における解放側作動液圧指令値  $P_c$  の1演算サイクル当たりの操作量  $\Delta P_c$  を求めるに当たっては、

(5)式から得られた  $K_i$  を用いて、第4ステージ④の制御時間  $t_c$  よりも短い好適トルクフェーズ時間  $t_c$  の経過前に確実に、解放側摩擦要素の締結容量が0になるようにする。

【0094】次のステップ110においては、新規な解放側作動液圧演算値  $P_c'$  を現在の解放側作動液圧指令値  $P_c$  から、ステップ99で算出した  $\Delta P_c$  づつ増減させて  $P_c' = P_c - \Delta P_c$  により求める。

【0095】次いでステップ111において、この解放側作動液圧演算値  $P_c'$  が解放側摩擦要素の締結容量を0にするリターンスプリング相当圧  $P_r$  を越えているの

\* 学習制御により適宜修正するものとする。

【0089】ステップ95では、前記したようにフラグ  $f_c$  をリセットし、これにより以後は、ステップ92が制御をステップ96に進めるようにする。ステップ96では、タイマー  $t$  をインクリメントにより当該制御プログラムの演算サイクル  $\Delta t$  づつ進め、第4ステージ④の開始からの経過時間、つまりトルクフェーズ時間を計測する。

【0090】次のステップ97では、変速機の入力軸回転数  $N_i$  および出力軸回転数  $N_o$  を読み込み、ステップ98では、これら入力出力軸回転数  $N_i$ 、 $N_o$  から変速機の実効ギヤ比  $g_r$  を  $g_r = N_i / N_o$  により算出する。次いでステップ99において、当該ギヤ比  $g_r$  と、1回前の  $g_{r1}$  と、2回前の  $g_{r2}$  と、図9に示すように変速前ギヤ比よりも若干高めに設定した目標ギヤ比  $g_{ro}$  とから、トルクフェーズ中にギヤ比  $g_r$  を当該目標ギヤ比  $g_{ro}$  に保つのに必要な解放側作動液圧指令値  $P_c$  の1演算サイクル当たりの操作量  $\Delta P_c$ 。（正が増大、負が低下を表す）を、次式のPID演算により求める。

$$\Delta P_c = K_p (g_r - g_{r1}) + K_i (g_{ro} - g_r) + K_d (g_r - 2g_{r1} + g_{r2}) \cdots (3)$$

【0091】この式において、解放側摩擦要素がスリップせず、従ってエンジンが空吹けしなければ、 $g_r = g_{r1} = g_{r2}$  = 変速前ギヤ比、であることから、(3)式は  $\Delta P_c = K_i (g_{ro} - g_r) \cdots (4)$  となる。

【0092】ところで、第4ステージ④の制御時間  $t_c$  よりも短い好適トルクフェーズ時間  $t_c$  の経過前に確実に、解放側摩擦要素の締結容量が0となるよう、解放側作動液圧指令値  $P_c$  をトルクフェーズ開始時における前記所定圧  $(P_{ro} + P_{rx})$  からリターンスプリング相当圧  $P_r$  に低下させるのが、つまり、 $\Delta P_c = [(P_{ro} + P_{rx}) - P_r] / t_c$  にするのが狙いであり、そのための(4)式における  $K_i$  を求めると、

か、未満であるのかを判定し、越えていれば解放側摩擦要素がスリップすることはないとして、ステップ112で解放側作動液圧指令値  $P_c$  を上記の演算値  $P_c'$  に更新するが、未満である場合は解放側摩擦要素がスリップする可能性があることから、ステップ113で解放側作動液圧指令値  $P_c$  を演算値  $P_c'$  に更新する代わりに、リターンスプリング相当圧  $P_r$  にセットして、解放側作動液圧指令値  $P_c$  がこのリターンスプリング相当圧  $P_r$  未満になることのないようにする。

【0096】次いでステップ114において、締結側作動液圧指令値  $P_c$  をステップ93におけるランプ勾配  $\Delta P_c$  で上昇させる。

【0097】これら解放側作動液圧  $P_c$  および締結側作動液圧  $P_r$  の制御は、ステップ115で、ギヤ比  $g_r$  がステップ93における  $g_{rr}$  まで低下したと判定する、

図9のイナーシャフェーズ開始瞬時、若しくはステップ116でタイマー $t$ が、前記したようにフェールセーフ用に設定したトルクフェーズ強制終了時間 $t_c$ の経過を示すに至ったと判別するまで継続する。

【0098】よって図9に示すように、第3ステージ③の終了瞬時からイナーシャフェーズが開始されるまでのトルクフェーズ中、締結側作動液圧指令値 $P_c$ は $\Delta P_c$ のランプ勾配で上昇し、他方で解放側作動液圧指令値 $P_r$ は $(P_{ro} + P_{rx})$ 値から、ギヤ比 $g_r$ を目標ギヤ比 $g_{ro}$ に保つようフィードバック制御下に低下され、これらの液圧制御による締結側摩擦要素と解放側摩擦要素の掛け替えでトルクフェーズが完了し、イナーシャフェーズが開始される。

【0099】しかも、解放側作動液圧指令値 $P_r$ の制御ゲイン（低下変化割合）である積分定数 $K_r$ を、前記したように、(5)式の演算により定めることから、好適なトルクフェーズ時間 $t_c$ の経過時に確実にトルクフェーズを完了させて、イナーシャフェーズを開始させることができる。従って、解放側摩擦要素と締結側摩擦要素とが共に締結されているインターロック時間が長くなっ

て、トルクの引き込みにより変速品質が低下するという問題を確実に防止することができる。

【0100】加えて前記したように、解放側作動液圧指令値 $P_r$ の制御ゲイン（低下変化割合）である積分定数 $K_r$ を、油温 $T$ に応じ、低温時ほど短くしたことから、低温になるにつれて、解放側作動液圧指令値 $P_r$ に対する解放側摩擦要素の解放応答遅れが大きくなると雖も、上記変速品質の低下防止機能を確実に達成することができる。

【0101】ステップ115でトルクフェーズの終了を判別した場合は、ステップ117において、詳しくは図8につき後述する締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ および積分制御定数 $K_c$ を、トルクフェーズ時間が好適なものとなるよう学習制御（これを以下、学習制御Aと言う）した後、ステップ118でステージ⑤を開始する。また、何時までもトルクフェーズが終了しないことで、ステップ116において、タイマー $t$ が $t_c$ 時間を計測するに至ったと判断する場合は、上記の学習制御が正確になることから、ステップ117をスキップして、ステップ118でのステージ⑤を開始させる。

【0102】ステップ118でのステージ⑤は、制御内容を特には図示しなかったが、図9に示すようにイナーシャフェーズ中における制御で、周知の通り例えば、当該イナーシャフェーズの開始と同時に、解放側作動液圧指令値 $P_r$ を0にし、締結側作動液圧指令値 $P_c$ を、当初の所定時間中、これまでの $\Delta P_c$ よりも小さな $\Delta P_c$ づつ上昇させ、その後のイナーシャフェーズ期間中にギヤ比 $g_r$ が前記 $g_{r,ro}$ から変速後ギヤ比に向け滑らかに変化するようフィードバック制御する。

【0103】この制御は図9に示すように、ギヤ比 $g_r$

が変速後ギヤ比に達する変速終了検出時に終了させ、当該変速終了検出時に締結側作動液圧指令値 $P_c$ を元圧まで一気に上昇させる。

【0104】前記ステップ117による学習制御Aは図8に示すときのもので、先ずステップ121で好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ を読み込む。ここで好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ は例えば0.10秒とし、上限値 $t_{s2}$ は例えば0.15秒とする。

【0105】ステップ122、123では、図7において計時を行ったタイマー $t$ の計測時間、つまりトルクフェーズ時間が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ よりも短いか、好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ よりも長い、或いはこれら上下限値間の好適範囲内にあるのかを判定する。

【0106】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ よりも短い場合、この不都合が締結側摩擦要素の速すぎる締結に起因することから、ステップ124において、締結側作動液圧の上昇変化割合であるランプ勾配 $\Delta P_c$ を低下修正する。この低下修正に当たっては、前回における締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ と、好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ に対する実トルクフェーズ時間 $t$ の比との乗算値をもって、新たな低下された締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ とする。

【0107】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ よりも長い場合、この不都合が解放側摩擦要素の解放遅れに起因することから、ステップ125において、解放側作動液圧の低下変化割合を決定する前記積分制御定数 $K_r$ を、解放側作動液圧の低下変化割合が急になるよう増大修正する。この増大修正に当たっては、前回における解放側作動液圧の積分制御定数 $K_r$ と、好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ に対する実トルクフェーズ時間 $t$ の比との乗算値をもって、新たな増大された解放側作動液圧の積分制御定数 $K_r$ とする。

【0108】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ 間の好適範囲内にある場合は、勿論のこと制御をそのまま終了して上記の学習制御を行わず、締結側作動液圧の上昇変化割合および解放側作動液圧の低下変化割合をともに現在のままに保つ。

【0109】以上の学習制御Aにより、トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ よりも短い場合は、ランプ勾配 $\Delta P_c$ を低下させて締結側作動液圧の上昇変化割合を低下させることにより、トルクフェーズ時間 $t$ が長くなるようにし、逆にトルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ よりも長い場合は、解放側作動液圧の積分制御定数 $K_r$ を増大して解放側作動液圧の低下変化割合を急にすることにより、トルクフェーズ時間 $t$ が短くなるようにし、これらによ

り、トルクフェーズ時間 $t$ を好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ 間の好適範囲内に持ち来すことができる。

【0110】よって、締結側摩擦要素の摩擦係数変化と、解放側摩擦要素の摩擦係数変化とが異なる場合でも、トルクフェーズ時間を常時確実に好適範囲内に収めておくことができ、良好な変速品質を不変に維持し得て、自動変速機の商品価値を大いに高めることが可能となる。

【0111】また、トルクフェーズ時間 $t$ を好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ 間の好適範囲内に持ち来す、上記の学習制御によれば、制御のハンチングを防止することが可能となるし、更に、締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P$ 、および解放側作動液圧の積分制御定数 $K_i$ を学習制御により修正するに際し、上記のごとくトルクフェーズ時間 $t$ と、好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ との比を用いる場合、実情に最も適した修正がなされて当該修正の過不足を回避することができる。

【0112】図10は、ステージ③に係わる本発明の他の実施の形態で、図6における同様の部分を同一符号で示し、重複説明を避けた。本実施の形態においては、ステップ75において、前記した処理に加え、解放側摩擦要素のスリップに伴うエンジンの空吹けが発生しているか否かを判定するための空吹け判定ギヤ比 $g_{r,vr}$ を読み込む。

【0113】そして、ステップ76、77の後方にステップ131～134を追加し、ステップ131において、変速機出力軸回転数 $N$ を読み込み、これと、ステップ72における変速機入力軸回転数 $N_i$ とを用いて、ステップ132で、実効ギヤ比 $g_r = N_i / N$ を算出する。

【0114】そしてステップ133で、実効ギヤ比 $g_r$ が空吹け判定ギヤ比 $g_{r,vr}$ 未満であって、空吹けが発生していないと見做せるか、それとも、実効ギヤ比 $g_r$ が空吹け判定ギヤ比 $g_{r,vr}$ 以上の空吹け発生状態であるのかを判定する。

【0115】空吹けが発生していなければ、制御をステップ78に進めて、図6と同様の処理のみを行うが、空吹けが発生していれば、ステップ134において、前記した解放側摩擦要素の締結必要最低液圧 $P_{o0}$ に加算すべきスリップ回避用の余裕圧 $P_{sx}$ を所定値 $\Delta P_{inc}$ だけ増大し、その後に制御をステップ81へ進めることにより、図9のトルクフェーズ開始瞬時ににおける解放側摩擦要素の所定圧 $P_{o0} + P_{sx}$ を上昇させる。

【0116】これがため、解放側摩擦要素のスリップが発生しないような態様でのトルクフェーズの開始を補償し得ることとなり、前記した従来の変速制御のごとく、エンジンの空吹け量が目標値となるよう解放側作動液圧をフィードバック制御する場合に生じていた、常時空吹

けが発生して変速品質の十分な改善を期待できないといった問題を回避しつつ、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態になるところで確実にトルクフェーズを開始させることができる。

【0117】また、上記のトルクフェーズ開始制御によれば、短いトルクフェーズ時間中におけるフィードバック制御が必ずしも必要でなく、学習制御などの事後制御で対処し得ることから、システムの高い応答性が要求されず、コスト的に大いに有利であると共に、実用化も容易であるという利点を備える。

【0118】図11は、ステージ③に係わる本発明の更に他の実施の形態で、図6および図10における同様の部分を同一符号で示し、重複説明を避けた。本実施の形態においては、空吹け発生時にステップ134により前記の通り、スリップ回避用の余裕圧 $P_{sx}$ を所定値 $\Delta P_{inc}$ だけ増大して、図9のトルクフェーズ開始瞬時ににおける解放側摩擦要素の所定圧 $P_{o0} + P_{sx}$ を上昇させる処理を行った後に、制御をステップ84へ進めて強制的にトルクフェーズを開始させることで、解放側摩擦要素のスリップに伴う空吹けが発生しているにもかかわらず、トルクフェーズが開始されない弊害、つまり解放側摩擦要素のスリップによる耐久性の低下を回避する。

【0119】なお、かように強制的にトルクフェーズを開始させることから、ステップ134で所定値 $\Delta P_{inc}$ だけ増大したスリップ回避用の余裕圧 $P_{sx}$ は、次回の変速時に採用されることとなり、次回の変速時には解放側摩擦要素のスリップに伴う空吹けが発生しないようなトルクフェーズ開始制御を実現し得ることとなる。

【0120】ところで、ステップ133において空吹けが発生しないと判別した場合、図6において前述した同様のステップ78～83の処理後、ステップ83でステージ③の制御時間 $t_c$ が経過した判定する時にステップ135で、スリップ回避用の余裕圧 $P_{sx}$ を所定値 $\Delta P_{dec}$ だけ減少させて、次回の変速に際し用いるトルクフェーズ開始瞬時ににおける解放側摩擦要素の所定圧 $P_{o0} + P_{sx}$ （図9参照）を低下させた後に、ステップ84でトルクフェーズを開始させる。

【0121】かように、解放側摩擦要素のスリップに伴う空吹けが発生しない限りにおいてトルクフェーズ開始瞬時ににおける解放側摩擦要素の所定圧 $P_{o0} + P_{sx}$ を低下させる本実施の形態によれば、当該所定圧 $P_{o0} + P_{sx}$ を限界まで低下させることができ、解放側摩擦要素がスリップ直前の状態を狙って定めた値に符合させ得て、前記のトルクフェーズ開始制御を一層狙い通りのものに行うことができる。

【0122】なおこの作用効果は、本実施の形態においてステップ134におけるスリップ回避余裕圧 $P_{sx}$ の増大量 $\Delta P_{inc}$ を、ステップ135における減少量 $\Delta P_{dec}$ よりも大きくすることにより、更に顕著なものに行うことができる。

10

20

30

40

50

【0123】図12は、ステージ④に係わる本発明の他の実施の形態で、図中、図7における同様の部分を同一符号にて示すが、ステップ94における積分定数 $K_i$ は、読み込みに限らず、演算により求めることもできる。本実施の形態は、ステップ114、115間に141～143を追加し、トルクフェーズ中において両摩擦要素の掛け代えミスでエンジン1（図1参照）が空吹けした時、これを防止するために締結側作動圧の上昇ランプ勾配 $\Delta P_c$ および解放側作動圧の低下勾配を決める積分制御定数 $K_i$ を、修正することに関する学習制御Bを、前記実施の形態に付加したものである。

【0124】ステップ141においては、ステップ98で算出した実効ギヤ比 $g_{eff}$ がエンジン空吹け判定ギヤ比 $g_{rev}$ 以上か否かにより、トルクフェーズ中においてエンジンの空吹けが発生したか否かをチェックする。トルクフェーズ中においてエンジンの空吹けが発生しなければ、制御をステップ115に進めて、引き続き前記実施の形態おけると同様の処理を行う。

【0125】ところで、ステップ141において、エンジンの空吹けが発生したと判別する場合、ステップ142において、図13に詳述する締結側作動圧の上昇ランプ勾配 $\Delta P_c$ および解放側作動圧の積分制御定数 $K_i$ に、関連した、空吹け防止用の学習制御Bを実行し、次にステップ143で、当該学習制御Bが開始されたことを示すようにフラグ $ff$ を1にセットした後、制御をステップ115に進めることとする。

【0126】ここで、上記エンジン空吹け防止用の学習制御Bを説明するに、この学習制御Bは図13に示すようにしてなされる。先ずステップ151で、図8におけると同様な好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ を読み込む。次いでステップ152、153において、図7につき前述したと同様に図12において計時を行ったタイマー $t$ の計測時間、つまりトルクフェーズ時間が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ よりも短いか、好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ よりも長いか、或いはこれら上下限値間の好適範囲内にあるのかを判定する。

【0127】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ よりも短い場合、ステップ154において、締結側作動液圧の上昇変化割合であるランプ勾配 $\Delta P_c$ を増大修正する。この増大修正に当たっては、前回における締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ と、実トルクフェーズ時間 $t$ に対する好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ の比との乗算値をもって、新たな増大された締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ とする。

【0128】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ よりも長い場合、ステップ155において前記のフラグ $ff$ が1であると判別する時、ステップ156において、解放側作動液圧の低下変化割合を決定する前記積分制御定数 $K_i$ を、解放側作動液圧の低

下変化割合が緩くなるよう低下修正する。この低下修正に当たっては、前回における解放側作動液圧の積分制御定数 $K_i$ と、実トルクフェーズ時間 $t$ に対する好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ の比との乗算値をもって、新たな低下された解放側作動液圧の積分制御定数 $K_i$ とする。

【0129】ところで、上記のフラグ $ff$ が次のステップ157において0にリセットされることから、ステップ156の処理は1回だけ実行されることとなる。

【0130】トルクフェーズ時間 $t$ が好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ および上限値 $t_{s2}$ 間の好適範囲内にある場合は、ステップ159において前記のフラグ $ff$ が1であると判別する時、ステップ159において、解放側作動液圧の低下変化割合を決定する前記積分制御定数 $K_i$ を、解放側作動液圧の低下変化割合が緩くなるよう低下修正する。この低下修正に当たっては、ステップ156におけると同様に、前回における解放側作動液圧の積分制御定数 $K_i$ と、実トルクフェーズ時間 $t$ に対する好適トルクフェーズ時間の下限値 $t_{s1}$ の比との乗算値をもって、新たな低下された解放側作動液圧の積分制御定数 $K_i$ とする。

【0131】ところで、上記のフラグ $ff$ が次のステップ160において0にリセットされることから、ステップ159の処理は1回だけ実行されることとなる。

【0132】次いでステップ161において、締結側作動液圧の上昇変化割合であるランプ勾配 $\Delta P_c$ を増大修正する。この増大修正に当たっては、前回における締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ と、実トルクフェーズ時間 $t$ に対する好適トルクフェーズ時間の上限値 $t_{s2}$ の比との乗算値をもって、新たな増大された締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ とする。

【0133】以上の空吹け用の学習制御Bによれば、解放側摩擦要素の速過ぎる解放に伴うエンジンの空吹けが発生したとき、トルクフェーズ時間が短かすぎないと判定する限りにおいて、ステップ156、159において $K_i$ を低下させ、解放側作動液圧の低下変化割合を減少させることから、トルクフェーズ時間を好適値にしつつ、上記エンジンの空吹けを防止して変速品質を益々向上させることができる。

【0134】また、解放側摩擦要素の速過ぎる解放に伴うエンジンの空吹けが発生したとき、トルクフェーズ時間が短すぎると判定した場合、ステップ154において締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ を急にすることから、トルクフェーズ時間を好適値にしつつ、上記エンジンの空吹けを防止して変速品質を益々向上させることができる。

【0135】なお、ステップ155～157を含むループに、締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$ を急にする処理を設けなかった理由は、当該ループが選択された時の空吹けが必ずしも、締結側作動液圧のランプ勾配 $\Delta P_c$

10

20

30

40

50

に起因しないからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明一実施の形態になる自動変速機の変速制御装置を示すシステム図である。

【図2】同実施の形態においてコントローラが実行すべき変速判断プログラムのメインルーチンを示すフローチャートである。

【図3】同変速判断で変速指令が出された場合に実行すべき変速制御に係わる第1ステージのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図4】同第1ステージにおいて求めるべき解放側摩擦要素の締結必要最低液圧を算出するためのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図5】同変速制御に係わる第2ステージのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図6】同変速制御に係わる第3ステージのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図7】同変速制御に係わる第4ステージのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図8】同変速制御においてトルクフェーズ時間を好適値に持ち来すために実行する、締結側作動液圧変化割合および解放側作動液圧変化割合の学習制御プログラムを示すフローチャートである。

【図9】同変速制御による締結側作動液圧指令値および解放側作動液圧指令値の経時変化を示す動作タイムチャートである。

\*

\*【図10】第3ステージに係わる本発明の他の実施の形態を示す、図6と同様なフローチャートである。

【図11】第3ステージに係わる本発明の更に他の実施の形態を示す、図6と同様なフローチャートである。

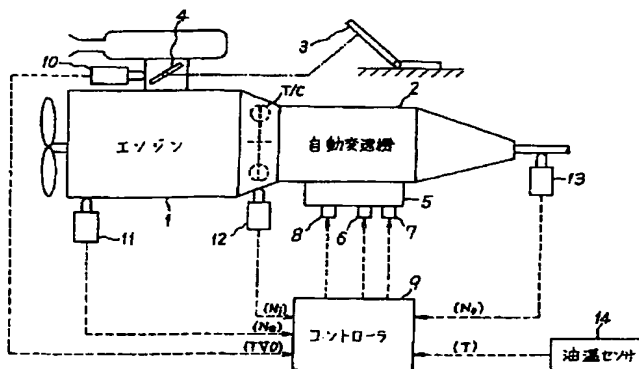
【図12】第4ステージに係わる本発明の他の実施の形態を示す、図7と同様なフローチャートである。

【図13】同実施の形態において付加した、エンジンの空吹け防止用に実行する、締結側作動液圧変化割合および解放側作動液圧変化割合の学習制御プログラムを示すフローチャートである。

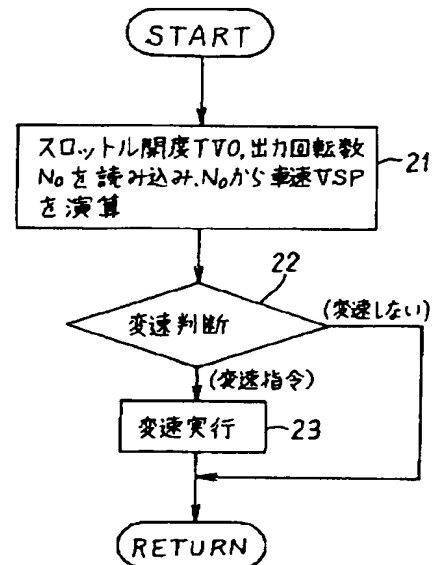
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 自動変速機
- 3 アクセルペダル
- 4 スロットルバルブ
- 5 コントロールバルブ
- 6 シフトソレノイド
- 7 シフトソレノイド
- 8 シフトソレノイド
- 9 コントローラ
- 10 スロットル開度センサ
- 11 エンジン回転センサ
- 12 入力軸回転センサ
- 13 出力軸回転センサ
- 14 油温センサ

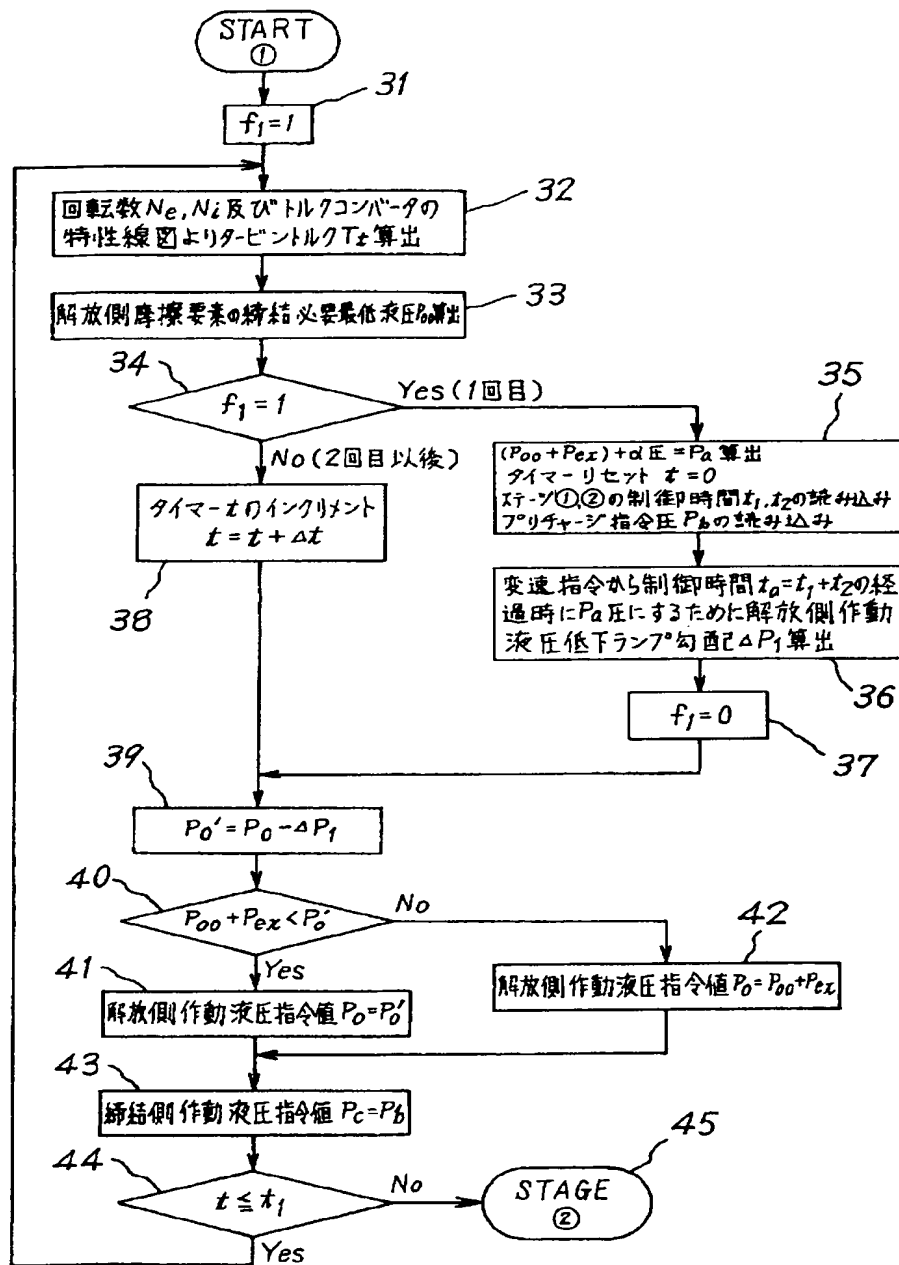
【図1】



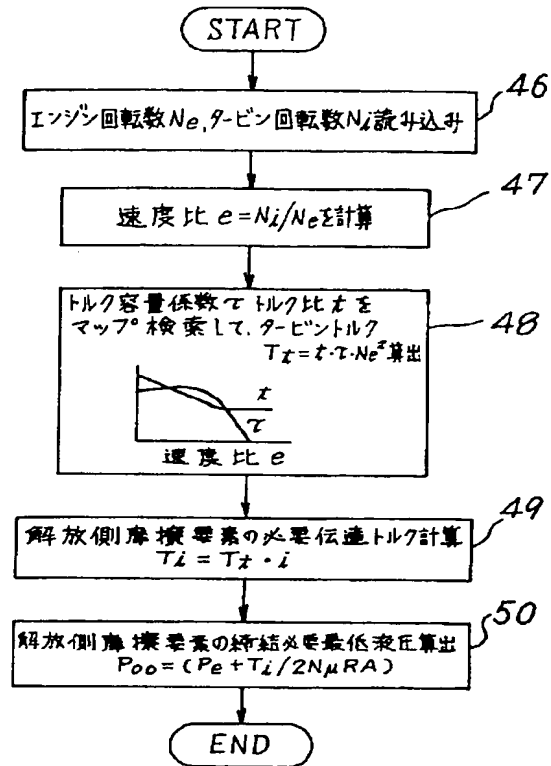
【図2】



【図3】

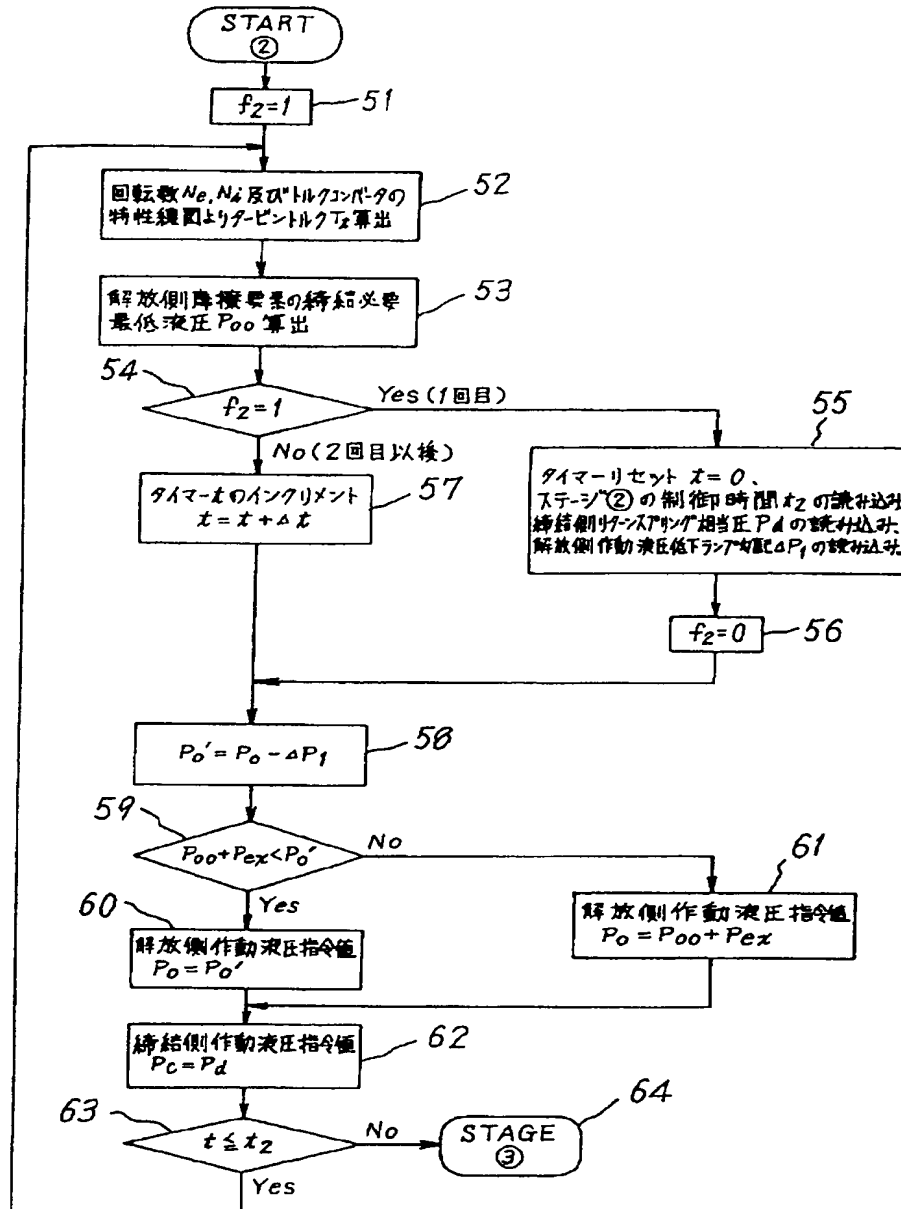


【図4】

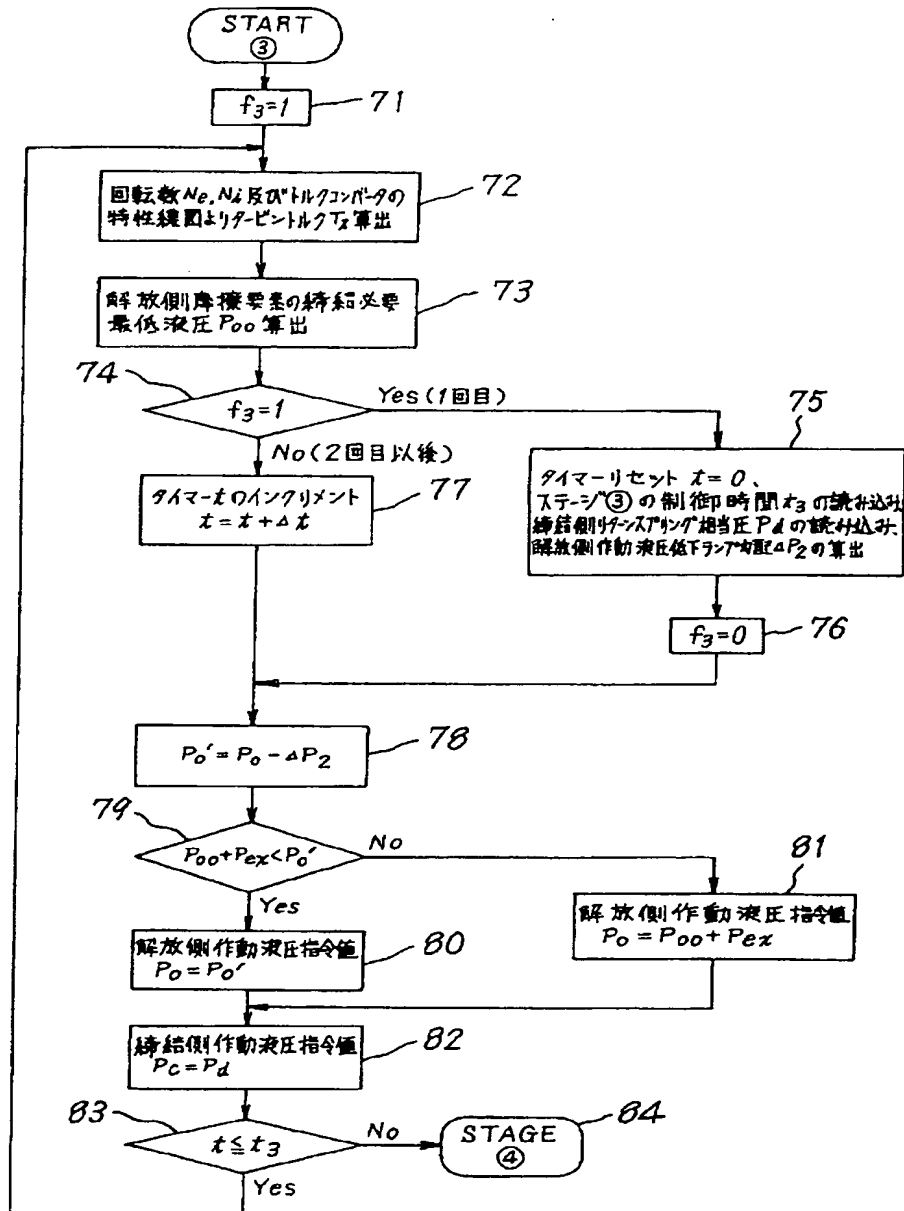




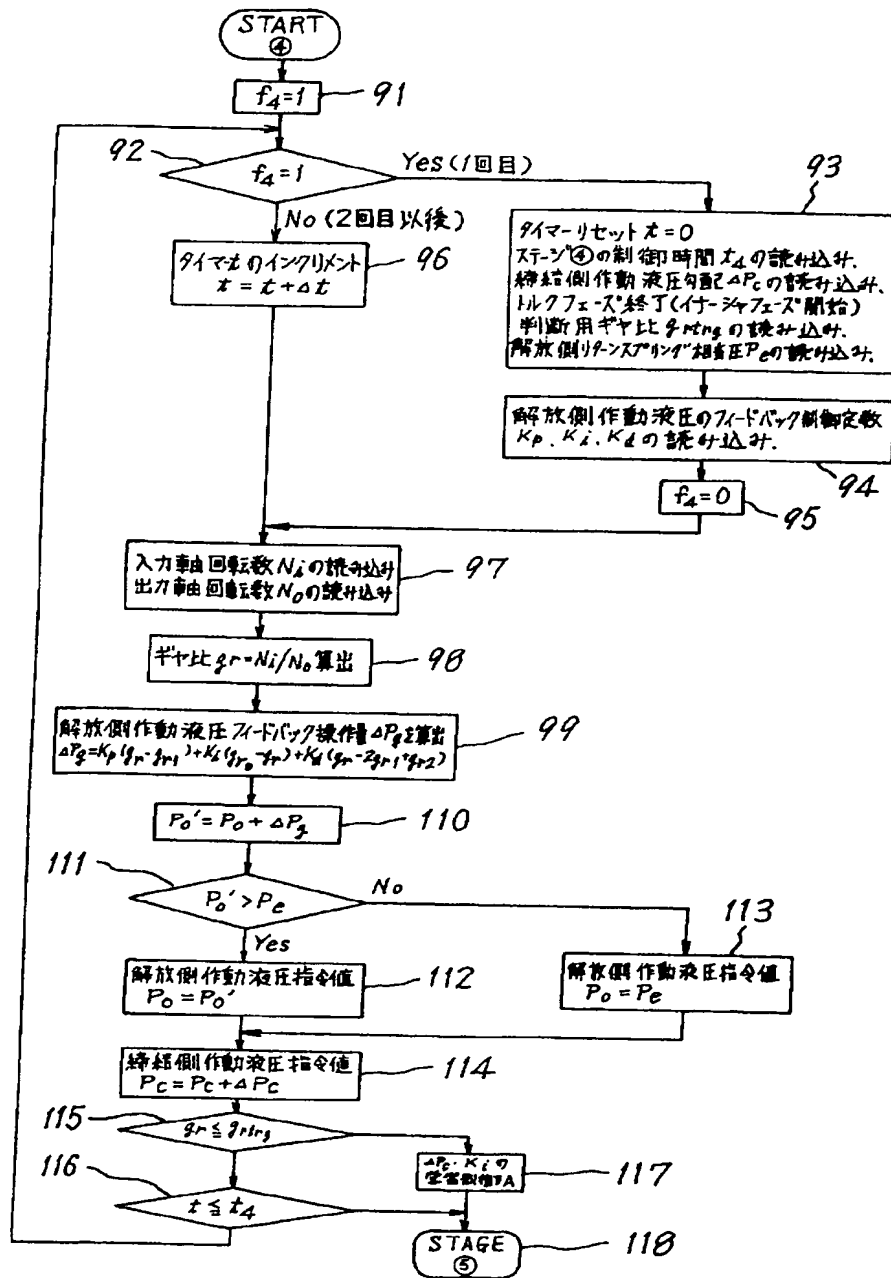
【図5】



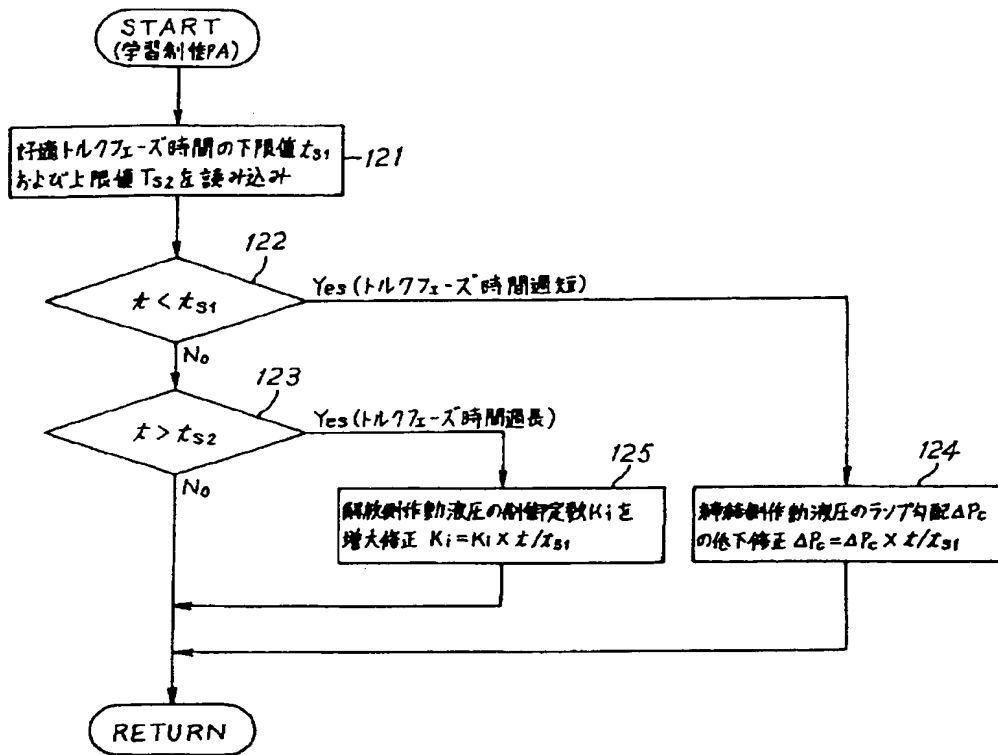
【図6】



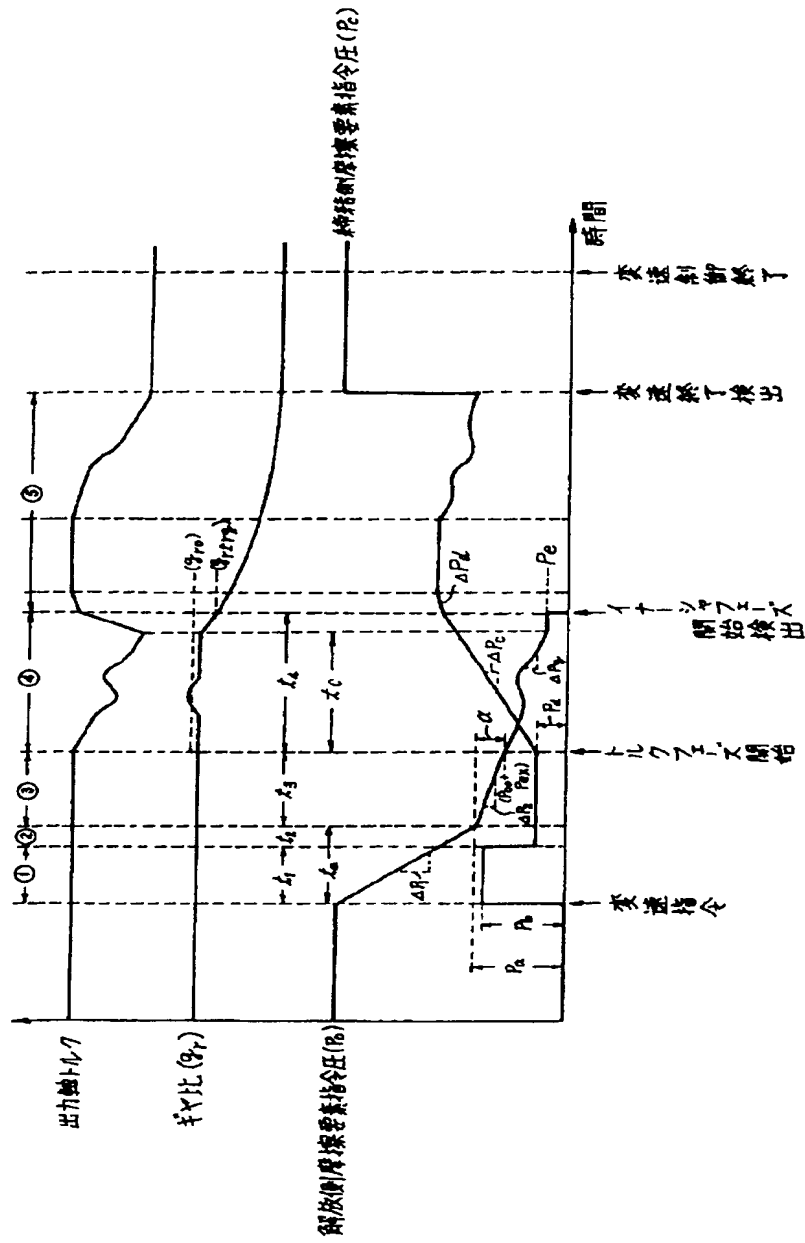
【図7】



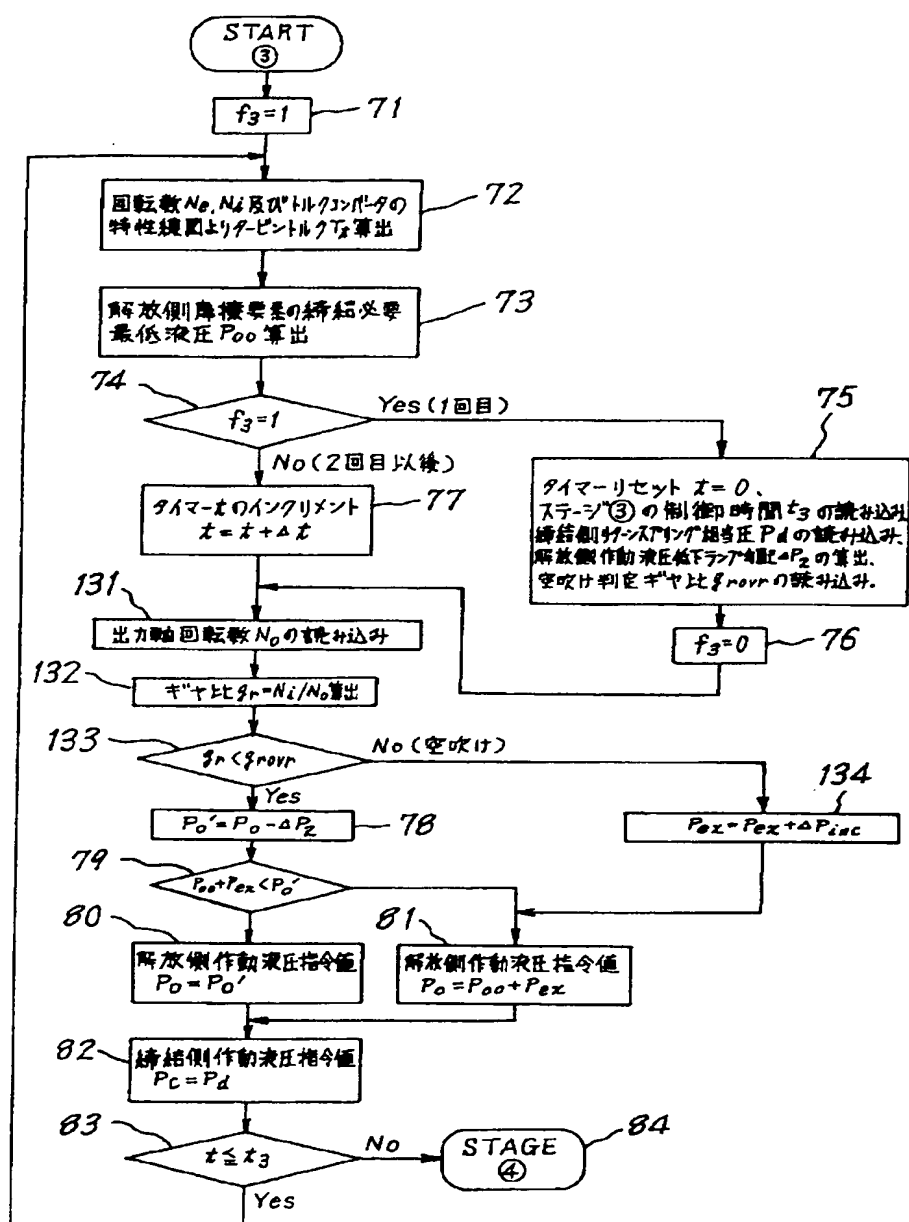
【図8】



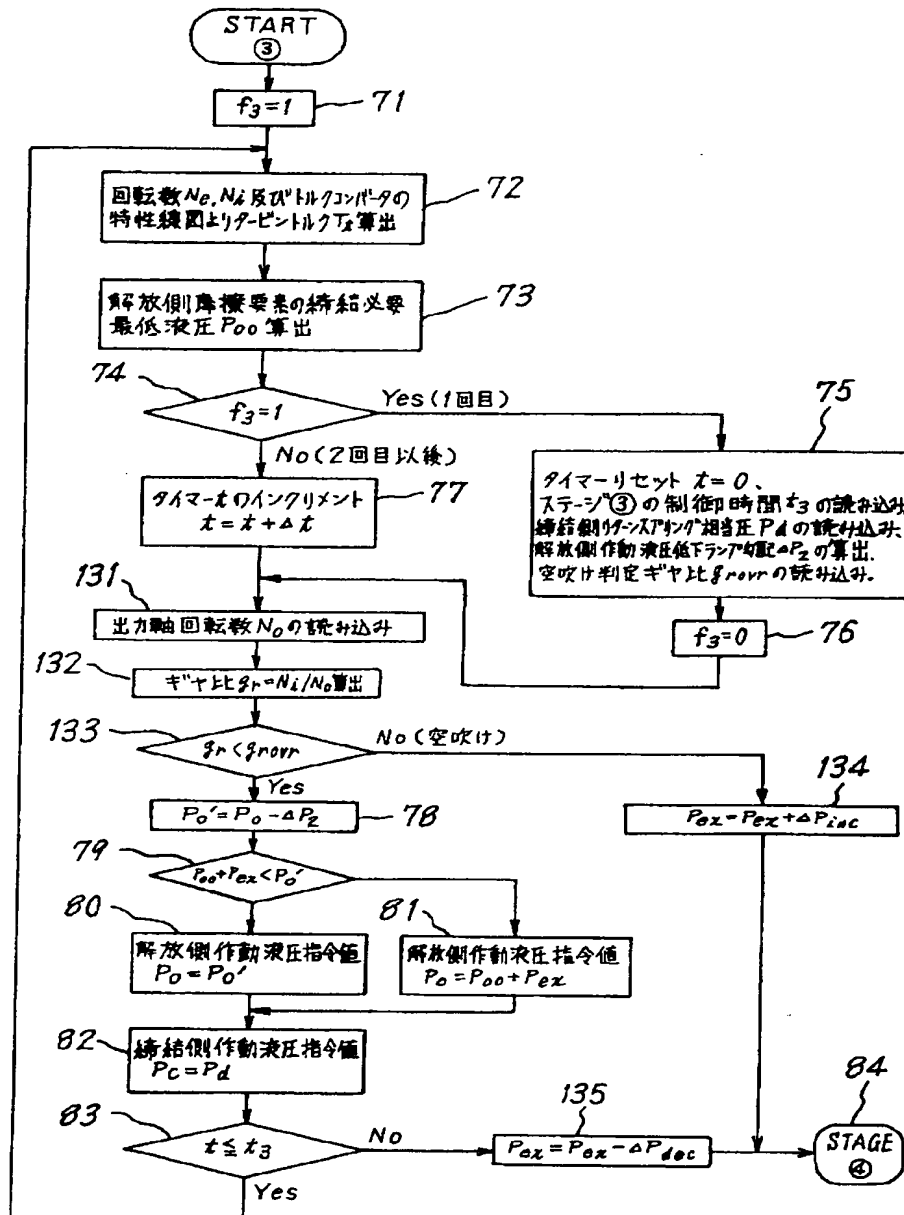
【図9】



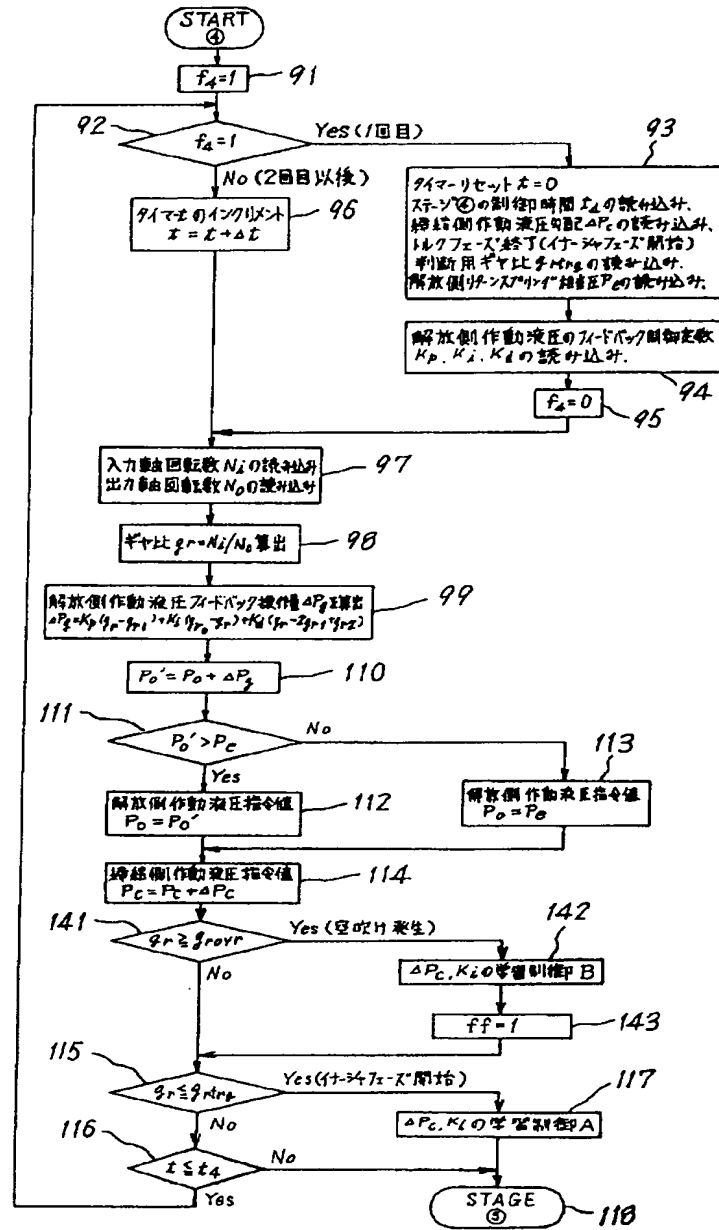
【図10】



【図11】



【図12】





【図13】

